

376  
353

<p>84-179177/29 K05 TOKE 30.11.82 TOKYO SHIBAURA DENKI KK *J5 9099-393-A 30.11.82-JP-209634 (08.06.84) G21c-07/08 Boiling water nuclear reactor - includes reactor pressure vessel with control rod driving mechanism housings inserted through vessel lid</p>	<p>K(5-B6A) 069</p>
<p>C84-075724</p> <p>Reactor includes a reactor pressure vessel, control rod driving mechanism housings inserted through a lid body of said reactor pressure vessel, driving rods housed vertically slidably in the housings, fuel assemblies arranged below the housings, fuel rods of cross-shape cross-section and arranged between the fuel assemblies detachably to the driving rods, anchoring sections provided at the tops of the control rods and having a shape which does not interfere with the movement of the fuel assemblies, and engaging sections which are formed at the lower ends of the driving rods for connecting the control rods.</p> <p>ADVANTAGE - As anchoring sections do not interfere with the vertical movement of the fuel assemblies, movement can be effected stably. (7pp Dwg.No.0/9)</p>	

*includes translation*

⑨ 日本国特許庁 (JP)

① 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭59-99393

Sp. Int. Cl.<sup>3</sup>  
G 21 C 7:08

識別記号

庁内整理番号  
7156-2G

⑬ 公開 昭和59年(1984)6月8日

発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 7 頁)

⑭ 沸騰水形原子炉

⑯ 発明者 桜永友信

東京都千代田区内幸町1丁目1  
番6号東京芝浦電気株式会社東  
京事務所内

⑰ 特 願 昭57-209634

⑱ 出 願 昭57(1982)11月30日

⑲ 発明者 森下秀樹

東京都千代田区内幸町1丁目1  
番6号東京芝浦電気株式会社東  
京事務所内

⑳ 出 願 人 東京芝浦電気株式会社

川崎市幸区堀川町72番地

㉑ 代理人 弁理士 鈴江武彦 外2名

# PTO 97-1976

S.T.I.C. Translations Branch

## 明 細 書

### 1. 発明の名称

沸騰水形原子炉

### 2. 特許請求の範囲

(1) 原子炉圧力容器と、この原子炉圧力容器の蓋体を貫通して上方から挿入された複数の制御棒駆動機構ハウジングと、この制御棒駆動機構ハウジング内に上下方向に摺動可能に収容された駆動ロッドと、上記制御棒駆動機構ハウジング下方に配設された複数の燃料集合体と、この複数の燃料集合体間に格子状に配置され断面が十字形をなし前記駆動ロッドと着脱自在に設けられた複数の制御棒と、この制御棒上端に前記燃料集合体が上下方向に移動する際その移動に干渉しないような形状で設けられた係止部と、前記駆動ロッド下端に形成され上記係止部と係合することにより制御棒を連結する係合部とを具備したことを特徴とする沸騰水形原子炉。

### 3. 発明の詳細な説明

(発明の技術分野)

本発明は沸騰水形原子炉に係り特に制御棒と制御棒駆動ロッドとの連結構造に関する。

(発明の技術的背景)

従来、沸騰水形原子炉は多数の燃料集合体を装荷して構成された炉心の上方に気水分離器および蒸気乾燥器を設け、この炉心で発生した蒸気と水の混合液は気水分離器で水と蒸気に分離され、さらに蒸気は蒸気乾燥器で湿分を除去されたのち主蒸気ノズルを介してタービンに送られるように構成されている。また、原子炉圧力容器の底壁部を貫通して複数の制御棒駆動機構ハウジングがこの原子炉圧力容器内に下方より挿入されており、これら制御棒駆動機構ハウジングの上端部にはそれぞれ制御棒案内管が取り付けられ、これら制御棒案内管は炉心の下面に対向している。また、制御棒駆動機構ハウジングの下端部には制御棒駆動機構が取り付けられており、制御棒(図示せず)は上記制御棒案内管に案内されて上記制御棒駆動機構により炉心内に挿入、引抜がなされるように構成されている。

ところで、このように下方から炉心に制御棒を挿入するものでは、原子炉のスクラム作動時等制御棒を炉心に挿入するには重力に抗して制御棒を押し上げなければならず、制御棒駆動機構の制御棒挿入作動の信頼性を高める必要がある等の不具合があった。このような不具合を解消するため、上方から炉心に制御棒を挿入するものが検討されている。すなわち、制御棒駆動機構ハウジングは原子炉圧力容器の蓋を貫通して上方からこの原子炉圧力容器内に挿入されており、これらの制御棒駆動機構ハウジングは環状に形成された蒸気乾燥器に挿通され、また気水分離器のスタンドパイプ間に挿通されている。そして、これら制御棒駆動機構ハウジングの下端部にはそれぞれ制御棒案内管が取付けられ、これら制御棒案内管は炉心上面に対向している。また、上記制御棒駆動機構ハウジングの上端部にはそれぞれ制御棒駆動機構が設けられている。そして制御棒は上記制御棒案内管に案内され制御棒駆動機構によって上方から炉心に挿入、引

抜に前記連結部5が干渉することがあり安定した操作を行なうことができない恐れがあった。

#### 〔発明の目的〕

本発明の目的とするところは、制御棒と駆動ロッドとの連結構造が燃料集合体の引抜あるいは挿入動作に干渉することなく安定した動作を可能にする沸騰水形原子炉を提供することにある。

#### 〔発明の概要〕

本発明による沸騰水形原子炉は、原子炉圧力容器と、この原子炉圧力容器の蓋を貫通して上方から挿入された複数の制御棒駆動機構ハウジングと、この制御棒駆動機構ハウジング内に上下方向に滑動可能に収容された駆動ロッドと、上記制御棒駆動機構ハウジング下方に配設された複数の燃料集合体と、この複数の燃料集合体間に格子状に配置され断面が十字形をなし前記駆動ロッドと着脱自在に設けられた複数の制御棒と、この制御棒上端に前記燃料集合体が上下方向に移動する際その移動に干渉しないような形状で設けられた係止部と、前記駆動ロッド下

抜がなされるように構成されている。したがって、スクラム時等においては重力によって制御棒を炉心内に挿入するように成でき、スクラム作動の信頼性を高め、また制御棒駆動機構の構成を簡略化できる。

#### 〔背景技術の問題点〕

上記構成において制御棒1の上端部近傍は第1図に示すように構成されている。この制御棒1はブレード2を十字形に配置した構成となっており、各ブレード2間には燃料集合体3が挿入されている。図中符号4は上部格子板である。上記制御棒1上端には制御棒駆動機構ハウジング(図示せず)内に上下方向に滑動可能に設けられた駆動ロッド(図示せず)との連結部5が形成されている。この場合上記連結部5はブレード2の厚さより厚くなっており、例えば炉心における核反応を停止させる為に制御棒1を炉心内に挿入したままの状態でも前記燃料集合体3を引抜あるいは挿入する操作が行なわれる。その際この燃料集合体3の引抜あるいは挿入操

作に前記連結部5が干渉することがあり安定した操作を行なうことができない恐れがあった。

すなわち制御棒上端に設けられた係止部が燃料集合体の上下方向の移動に干渉しないようにした構成である。

したがって燃料集合体が上下方向に移動する際係止部により干渉されることはなく安定した動作を行なうことができ安全性および健全性を大いに向上させることができる。

#### 〔発明の実施例〕

第2図ないし第7図を参照して本発明の一実施例を説明する。第2図は沸騰水形原子炉の概略構成を示す断面図である。

図中符号101は原子炉圧力容器であって、その上部には着脱可能な蓋体102が取付けられている。そして、この原子炉圧力容器101内下部には炉心103が収容されている。この炉心103は多数の燃料集合体104を格子状に挿入して構成されている。そして冷却材すな

わら凝水は下方からこれらの燃料集合体104内に流入して沸騰し、水と蒸気の二相流となって上方に流出するように構成されている。また、この炉心103を囲んでシュラウド105が設けられている。そして、この炉心103の上方には気水分離器106が設けられている。そして、炉心103の燃料集合体104から流出した水と蒸気の二相流はこの気水分離器106で水と蒸気とに分離されるように構成されている。また、この気水分離器106のさらに上方には蒸気乾燥器107が設けられている。そして上記の気水分離器106で分離された蒸気はこの蒸気乾燥器107で湿分を除去され、主蒸気ノズル108を介してタービン(図示せず)等へ送られるように構成されている。なお、上記蒸気乾燥器107は円環状をなし、またこの蒸気乾燥器107の上端外周と原子炉圧力容器101内面との間はシール部材109によって閉塞され、またこの蒸気乾燥器107の下端部外周と原子炉圧力容器101内面との間は炉水中に浸

漬されたスカート110によって閉塞され、この蒸気乾燥器107を通過するに蒸気が直接主蒸気ノズル108に流れるのを防止するように構成されている。そして、上記原子炉圧力容器101の蓋102を貫通して複数の制御棒駆動機構ハウジング111が設けられている。これら制御棒駆動機構ハウジング111の下端部は環状の蒸気乾燥器107内を挿通し、さらに気水分離器106のスタンドパイプ106A間に挿入されている。そして、これら制御棒駆動機構ハウジング111の下端にはそれぞれ制御棒案内管112が取り付けられている。これら制御棒案内管112は断面十字形をなし、気水分離器106のスタンドパイプ106A間に配設されており、その下端は炉心103の上面に対向している。そして、これら制御棒案内管112には断面十字形の制御棒113が挿通案内されている。また、上記制御棒駆動機構ハウジング111の上端部にはそれぞれ制御棒駆動機構114が設けられている。そして、上記制御棒

113はこれらの制御棒駆動機構114の駆動ロッド115に連結され、上記制御棒案内管112に案内されて上記炉心103内に上方から挿入され、また上方に引抜かれるように構成されている。

前記燃料集合体104は第3図に示すように炉心支持板116により垂直方向に支持されておりまた上部格子板117により水平方向に支持されている。そして第3図中制御棒113は制御棒案内管112に沿って燃料集合体104間に約半分挿入されている。また制御棒113下部にはローラ118が設けられており上部にはブレード突起部119が形成されている。そしてこのローラ118およびブレード突起部119により制御棒113の挿入が円滑に行なわれる構成である。そして制御棒113の下端にはピストン120が形成されており炉心支持板116に形成されたダッシュポット121とにより原子炉緊急停止時制御棒113を高速挿入する際の制動機構を形成している。すなわち

制御棒113が高速挿入されると、上記ピストン120はダッシュポット121内に挿入される。このときピストン120の先端は開口120Aとなっておりまた軸方向に排水口120B, 120C, 120Dが形成されているので、ダッシュポット121内の水はこの開口120Aおよび排水口120B, 120C, 120Dから炉内に排除される。そして制御棒113が挿入されるに従って上記排水口120B, 120C, 120Dは順次閉塞されていく。このときの流動損失により制御棒113に制動がかけられる構成である。そして前記制御棒113は第4図に示すように断面十字形のブレード122から構成されており、このブレード122内にはボロンカーバイドあるいはハフニウム合金を用いた中性子吸収剤が収容されている。

次に第5図および第6図を参照して制御棒113および駆動ロッド115の連結構造について説明する。すなわち制御棒113の上端には係止部123が形成されている。この係止部

123はブレード122上端中央にブレード122と同横断面十字形となる小形ブレード124により形成されており、この小形ブレード124下部には切欠き部125が形成されている。上記小形ブレード124の厚みはブレード122の厚みを越えることはなくしたがって従来のように燃料集合体104の上下方向の移動動作を干渉することはない構成である。そして駆動ロッド115下端にはこの係止部123と係合する係合部126が第7図に示すように形成されている。すなわち駆動ロッド115下端には上記係止部123が通過する十字形のスリット127を有する底蓋128が装着されている。したがって制御棒113と駆動ロッド115を連結する際は駆動ロッド115を下降させスリット127に前記小形ブレード124を貫通させる。そしてスリット127が小形ブレード124を貫通した後駆動ロッド115を45°回転させ、切欠き部125と底蓋128とを係合させる。これで駆動ロッド115と制御棒

ード129より形成されておりこの小形ブレード129下部には切欠き部130が形成されている。上記小形ブレード129の厚みはブレード122の厚みを越えることはない。したがって前記実施例同様燃料集合体104の上下方向の移動動作を干渉することはない構成である。一方駆動ロッド115下端には上記係止部123と係合する係合部126が第8図に示すように形成されている。すなわち駆動ロッド115下端には上記小形ブレード129が通過するスリット132を有する底蓋133が装着されている。したがって制御棒113と駆動ロッド115を連結する際は駆動ロッド115を下降させスリット132に小形ブレード129を貫通させる。貫通させた後駆動ロッド115を90°回転させ切欠き部130と底蓋133とを係合させる。これで駆動ロッド115と制御棒113との連結は完了する。駆動ロッド115と制御棒113とを離脱させるときは上記連結動作の逆の順序で行なう。なお、前記実施例と同一部分には同

113との連結は完了する。制御棒113と駆動ロッド115を離脱させるときは上記連結動作と逆の順序で操作すればよい。

以上の構成によると制御棒113上端は設けられた小形ブレード124はその厚みがブレード122の厚みを越えることはなくしたがって従来のように制御棒113を挿入した状態換すれば原子炉を停止させた状態で燃料交換等を行なう除燃料集合体104の上下動を干渉することなく安定した上下動操作を行なうことができる。

なお前述した制御棒113を高速挿入する際の制動機構としてはばねを用いた構成でもよく、また制動機構を制御棒駆動機構に固設し、制御棒駆動機構と制御棒113を連結したまま炉心への挿入を行ない制御棒駆動機構により制動を行なう構成でもよい。

次に第9図および第10図を参照して別の実施例を説明する。すなわち係止部123はブレード122の一辺の延長上に形成された小形ブ

レ一符号を付して示しその説明は省略した。

#### 〔発明の効果〕

本発明による沸騰水形原子炉は、原子炉压力容器と、この原子炉压力容器の蓋体を貫通して上方から挿入された複数の制御棒駆動機構ハウジングと、この制御棒駆動機構ハウジング内に上下方向に摺動可能に収容された駆動ロッドと、上記制御棒駆動機構ハウジング下方に配設された複数の燃料集合体と、この複数の燃料集合体間に格子状に配置され断面が十字形をなし前記駆動ロッドと摺脱自在に設けられた複数の制御棒と、この制御棒上端に前記燃料集合体が上下方向に移動する際その移動に干渉しないような形状で設けられた係止部と、前記駆動ロッド下端に形成され上記係止部と係合することにより制御棒を連結する係合部とを具備した構成である。

すなわち制御棒上端に設けられた係止部が燃料集合体の上下方向の移動に干渉しないようにした構成である。

したがって燃料集合体が上下方向の移動する際保止部により干渉されることがなく安定した動作を行なうことができ安全性および健全性を大いに向上させることができる等その効果は大である。

#### 4. 図面の簡単な説明

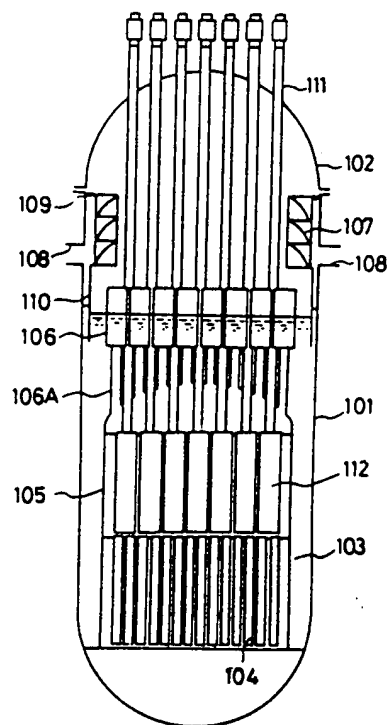
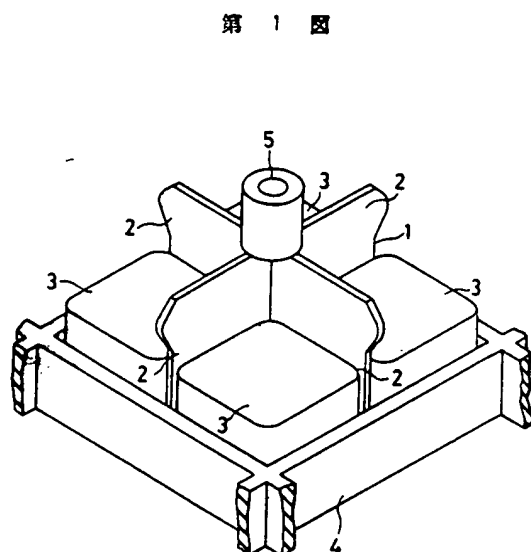
第1図は従来例を示す制御棒上端部近傍の斜視図、第2図ないし第7図は本発明の一実施例を示す図で第2図は沸騰水形原子炉の概略構成を示す断面図、第3図は制御棒を半分挿入した状態を示す断面図、第4図は制御棒下端部近傍の断面図、第5図は制御棒の斜視図、第6図は制御棒上端部近傍の斜視図、第7図は駆動ロッド下端部の斜視図である。第8図および第9図は別の実施例を示す図で第8図は制御棒上端部近傍の斜視図、第9図は駆動ロッド下端部の斜視図である。

101…原子炉圧力容器、102…原子炉圧力容器の蓋体、104…燃料集合体、111…制御棒駆動機構ハウジング、113…制御棒、

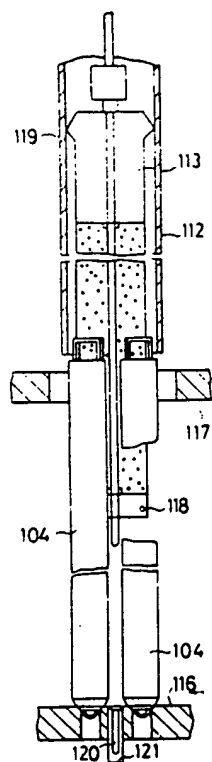
115…駆動ロッド、123…保止部、126…保合部、

出願人代理人 弁理士 鈴 江 武 彦

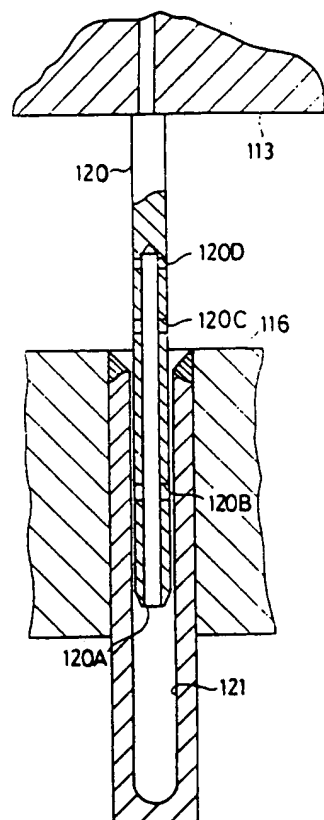
第 2 図



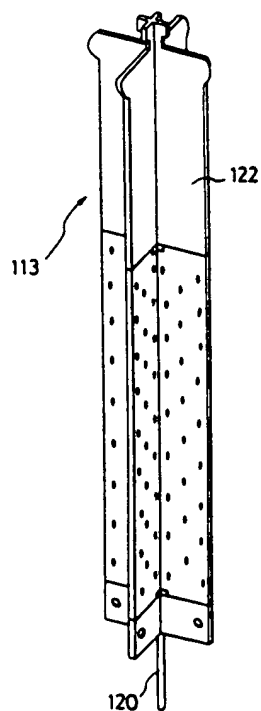
第 3 圖



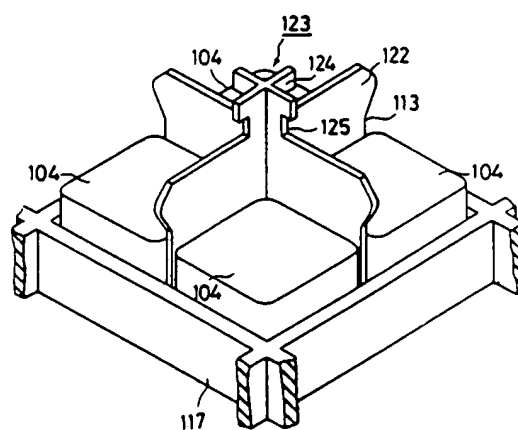
第 4 圖



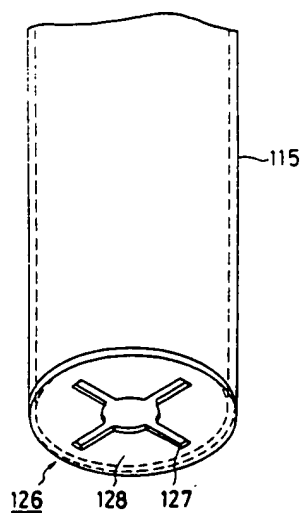
第 5 圖



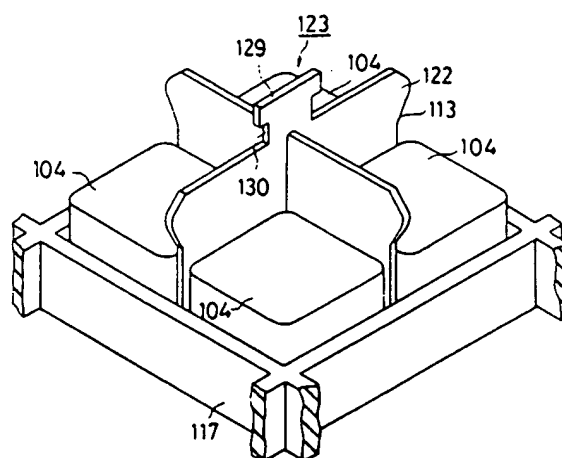
第 6 圖



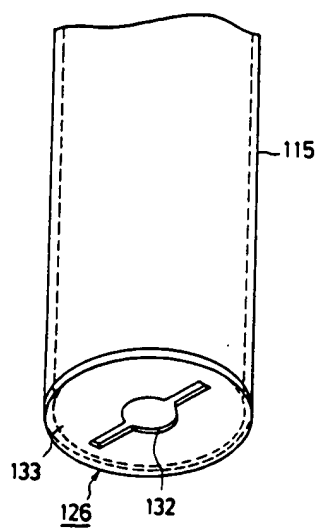
第 7 図



第 8 図



第 9 図





PTO 97-1976

Japanese  
Sho. 59-99393

A BOILING WATER TYPE NUCLEAR REACTOR  
[Futtosui Gata Genshiro]

Hideki Morishita et al.

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE  
Washington, D.C. March, 1997

Translated by: Schreiber Translations, Inc.

Country : Japan  
Document No. : Sho.59-99393  
Document Type : Tokkai  
Language : Japanese  
Inventors : Hideki Morishita  
Tomonobu Sakuranaga  
Applicant : Tokyo Shibaura Electric  
Corporation  
IPC : G 21 C 7/08  
Application Date : November 30, 1982  
Publication Date : June 8, 1984  
Foreign Language Title : Futtosui Gata Genshiro  
English Title : A BOILING WATER TYPE NUCLEAR  
REACTOR

1. Title of the Invention:     A Boiling Water Type Nuclear  
                                  Reactor

2. The Range of Patent Application:

(1) A boiling water type nuclear reactor characterized by the fact that it is equipped with a nuclear reactor pressure vessel, multiple numbers of control rod driving mechanism housings inserted from the top through the lid body of this nuclear reactor pressure vessel, a drive rod housed inside this control rod driving mechanism housing so that it can slide upwards and downwards, multiple numbers of fuel assemblies positioned on the lower part of the above mentioned control rod driving mechanism housing, multiple numbers of control rods, with cross-shaped cross-sections, positioned in a grid-like manner in between these multiple numbers of fuel assemblies which are detachable from the said driving rod, an anchoring section installed on the upper edge of this control rod with a shape that does not interfere with the movement when the said fuel assemblies move upward and downward, and a connecting unit formed on the lower edge of the said driving rod and by connecting to the above mentioned anchoring unit connects the control rod.

---

<sup>1</sup>Numbers in the margin indicate pagination in the foreign text.

### 3. Detailed Explanation of the Invention

#### [Technical Field of the Invention]

This invention concerns a boiling water type nuclear reactor and in particular, concerns the connecting structure of the control rod and the control rod driving rod.

#### [Technical Background of the Invention]

Conventionally, the boiling water type nuclear reactor is structured with the installation of a gas water separation device and a vapor drying device on the upper direction of the reactor center structured by the loading of numerous fuel assemblies, and the combined flow of vapor and water generated at this reactor center is separated into water and vapor by the gas water separation device, and furthermore, the vapor is removed of its moisture by the vapor drying device, and thereafter, sent to the turbine via the main vapor nozzle. Moreover, multiple numbers of control rod driving mechanism housings is inserted into this nuclear reactor pressure vessel from the lower direction by penetrating the basement wall unit of the nuclear reactor pressure vessel, and on the upper edge portion of these control rod driving mechanism housings, control rod guiding pipes are respectively attached, and the control rod (not shown in the Figure) is guided by the above mentioned control rod guiding pipe and is inserted into the reactor center by the above mentioned control rod driving mechanism and is pulled out.

/456

By the way, with those that have the control rod inserted into

the reactor center from the lower direction, when inserting the control rod into the reactor center during the scram operation of the nuclear reactor, the control rod needed to be pushed up against gravity, and there was the inconvenience of having to increase the reliability of the control rod inserting operation of the control rod driving mechanism. In order to resolve this type of inconvenience, those that insert the control rod into the reactor center from above is being considered. In other words, the control rod driving mechanism housing penetrates the lid of the nuclear reactor pressure vessel and is inserted into this nuclear reactor pressure vessel from above, and these control rod driving mechanism housings are penetrated by vapor drying devices created in a ring-shape, and are also penetrated by stand pipes of the gas water separation devices. On the lower edge portion of these control rod driving mechanism housings, control rod guiding pipes are respectively attached and these control rod guiding pipes face the upper surface of the reactor center. Moreover, on the upper edge portion of the above mentioned control rod driving mechanism housing, control rod driving mechanism are respectively installed. It is structured so that the control rods are guided by the above mentioned control rod guiding pipe and inserted into and pulled out from the reactor center from above by the control rod driving mechanism. Therefore, during scram time etc., it can be structured so that the control rod is inserted within the reactor center by gravity, and it is possible to increase the reliability of the scram

operation and moreover, simplify the structure of the control rod driving mechanism.

[Problematic Points in the Background Technology]

In the above structure, the neighborhood of the upper edge portion of the control rod 1 is structured as shown in Figure 1. This control rod 1 is structured so that the blade 2 is positioned in a cross shape and the fuel assemblies 3 are loaded in between each blade 2. Symbol 4 in the diagram represents the upper portion grid plate. On the upper edges of the above mentioned control rods 1, the connecting unit 5 connecting with the driving rod (not shown in the diagram) which is installed within the control rod driving mechanism housing (not shown in the diagram) so that it is capable of sliding vertically, is created. In this case, the above mentioned connecting unit 5 is thicker than the thickness of the blade 2, and for example, performs the operation of pulling out or inserting the said fuel assemblies 3 under the condition in which the control rod 1 is inserted within the reactor center, in order to terminate the nuclear reaction in the reactor center. In this case, the said connecting unit 5 sometimes interfered with the operation of pulling out or inserting this fuel assembly 3 and a the conducting of stable operation was sometimes impossible.

[The Purpose of the Invention]

The purpose of this invention is to provide a boiling water type nuclear reactor capable of stable operation without interference, by the connecting structure of the control rod and

the driving rod, in the operation of pulling out or inserting the fuel assemblies.

[Summary of the Invention]

The boiling water type nuclear reactor of this invention is a structure equipped with a nuclear reactor pressure vessel, multiple numbers of control rod driving mechanism housings inserted from the top through the lid body of this nuclear reactor pressure vessel, a drive rod housed inside this control rod driving mechanism housing so that it can slide upwards and downwards, multiple numbers of fuel assemblies positioned on the lower part of the above mentioned control rod driving mechanism housing, multiple numbers of control rods, with cross-shaped cross-sections, positioned in a grid-like manner in between these multiple numbers of fuel assemblies which are detachable from the said driving rod, an anchoring section installed on the upper edge of this control rod with a shape that does not interfere with the movement when the said fuel assemblies move upward and downward, and a connecting unit formed on the lower edge of the said driving rod and by connecting to the above mentioned anchoring unit connects the control rod.

In other words, it is a structure in which the anchoring section positioned on the upper edge of the control rod does not interfere with the movement in the vertical direction of the fuel assemblies.

Therefore, when the fuel assemblies move in the vertical direction, there is no interference from the anchoring section

and therefore a stable operation is possible and it is possible to greatly increase the safety and healthiness.

[Execution Example of the Invention]

Explanation of one execution example of this invention will be provided by referring to Figure 2 or Figure 7. Figure 2 is a cross-sectional diagram showing the rough structure of the boiling type nuclear reactor.

Symbol 101 in the figure is the nuclear reactor pressure vessel, and a detachable lid body 102 is attached to the upper section. The lower section within this nuclear reactor pressure vessel 101 houses the reactor center 103. This reactor center 103 is constructed by the loading of numerous fuel assemblies in a grid-like manner.

/457

The cooling material, in other words, the light water flows into these fuel assemblies 104 from the lower direction and boils, and it is structured so that it becomes a two phase flow of water and vapor and flows out in the upper direction. Moreover, a shroud 105 is installed around this reactor center 103. In the upper direction of this reactor center 103, a gas water separation device 106 is installed. It is structured so that the two phase flow of water and vapor pouring out of the fuel assemblies 104 of the reactor center 103 is separated into water and vapor by this gas water separation device 106. Moreover, further up from this gas water separation device 106, a vapor drying device 107 is installed. And it is structured so that the vapor separated by the above mentioned gas water separation device 106 under goes



moisture removal by this vapor drying device 107, and is sent to the turbine (not shown in the diagram) etc., via the main vapor nozzle 108. The above mentioned vapor drying device 107 takes on a ring shape and moreover, the space between the upper edge circumference of this vapor drying device 107 and the inner surface of the nuclear reactor pressure vessel 101 is sealed by a sealing material 109, and moreover, the space between the lower edge circumference of this vapor drying device 107 and the inner surface of the nuclear reactor pressure vessel 101 is sealed by the skirt 110 soaked in the reactor water, and it is structured so that it prevents the vapor from flowing directly into the main vapor nozzle without going through this vapor drying device 107. Multiple numbers of control rod driving mechanism housings 111 which penetrates the lid 102 of the above mentioned nuclear reactor pressure vessel 101 are installed. The lower edge portion of these control rod driving mechanism housings 111 penetrates within the ring shaped vapor drying device 107, and is further inserted in between the stand pipe 106A of the gas water separation device 106. And on the lower edge of all of these control rod driving mechanism housings 111, a control rod guiding pipe 112 is attached. These control rod guiding pipes 112 exhibits a cross shaped cross section and is positioned in between the stand pipe 106A of the gas water separation device 106, and its lower edge faces the upper surface of the reactor center 103. A control rod 113 with a cross shaped cross section is guided through these control rod guiding pipes 112. Moreover,

a control rod driving mechanism 114 is respectively installed in the upper edge portion of all the above mentioned control rod driving mechanism housings 111. The above mentioned control rod 113 is connected to the driving rod 115 of the control rod driving mechanism 114, guided by the above mentioned control rod guiding pipe 112 and is inserted into the above mentioned reactor center 103 from above, and moreover, is constructed so that it is pulled out from above.

The said fuel assemblies 104 are supported in the vertical direction by the reactor center supporting plate 116, as shown in Figure 3, and moreover, is supported in the horizontal direction by the upper section grid plate 117. Approximately half of the control rod 113 in Figure 3 is inserted in between the fuel assemblies 104 along the control rod guiding pipe 112. Moreover, on the lower section of the control rod 113, a roller 118 and blade is installed and on the upper section a blade protrusion 119 is created. And by this roller 118 and blade protrusion 119, it is structured so that the insertion of the control rod 113 is conducted smoothly. On the lower edge of the control rod 113, a piston 120 is created, and along with the dash pot 121 formed on the reactor center supporting plate 116, forms a control mechanism when performing a high speed insertion of the control rod 113 during nuclear reactor termination. In other words, as shown in Figure 4, when the control rod 113 is inserted at high speed, the above mentioned piston 120 is inserted inside the dash pot 121. At this time, the tip of the piston 120 becomes the

opening 120A, and moreover, and because an exhaust opening 120B, 120C, and 120D are formed in the axial direction, the water inside the dash pot 121 is discharged from this opening 120A, and exhaust opening 120B, 120C, and 120D into the reactor. As the control rod 113 is inserted, the above mentioned exhaust opening 120B, 120C and 120D are gradually sealed. It is structured so that control of the control rod 113 is possible by the flow loss at this time. The said control rod 113 is structured from a blade 122 with a cross shaped cross section, as shown in Figure 5, and a neutron absorbing agent utilizing a boron carbide or hafnium alloy is housed inside this blade 122.

Next, explanation of the connecting structure of the control rod 113 and the driving rod 115 will be provided by referring to Figure 6 and Figure 7. In other words, an anchoring section 123 is created on the upper edge of the control rod 113.

/458

This anchoring section 123 consists of a blade 122 with a mini-blade 124 with a cross shaped cross section, similar to that of the blade 122; at its upper edge center, and on the lower section of this mini-blade 124 a cut out section 125 is formed. The thickness of the above mentioned mini-blade 124 never exceeds the thickness of the blade 122 and therefore, its structure does not interfere with the vertical movement operation of the fuel assemblies 104 as in the conventional examples. And on the lower edge of the driving rod 115, a connecting section 126 which connects to this anchoring section 123 is formed as shown in

Figure 7. In other words, a bottom lid 128 with a cross shaped slit 127 through which the above mentioned anchoring section 123 passes is attached to the lower edge of the driving rod 115. Therefore, when connecting the control rod 113 and the driving rod 115, the driving rod 115 is lowered and the said mini-blade 124 is penetrated through the slit 127. After the slit 127 has penetrated the mini blade 124, the driving rod 115 is rotated 45 degrees and the cut out section 125 and the bottom lid 128 is connected. The connection of the driving rod 115 and the control rod 113 is now completed. When detaching the control rod 113 and the driving rod 115, the above connecting operation should be performed in the reverse order.

According to the above structure, the thickness of the mini-blade 124 installed on the upper edge of the control rod 113, never exceeds the thickness of the blade 122, and therefore, when performing fuel exchange etc., in a condition in which the control rod 113 is inserted as in the conventional case, in other words, in a condition in which the nuclear reactor is terminated, no interference in the vertical movement of the fuel assemblies 104 takes place and a stable vertical operation is possible.

For an operation control mechanism when performing a high speed insertion of the previously mentioned control rod 113, a structure utilizing a spring may be used, and moreover, a structure may be used in which operation control by the control rod drive mechanism is performed by fixing the operation control mechanism in the control rod drive mechanism and conducting the

insertion into the reactor center while the control rod drive mechanism and the control rod 113 is connected.

Next, explanation of a different execution example will be provided by referring to Figure 8 and Figure 9. In other words, the anchoring section 123 is composed of a mini-blade 129 which is formed on a line extending from one side of the blade 122, and on the lower section of this mini-blade 129, a cut out section 130 is formed. The thickness of the above mentioned mini-blade 129 never exceeds the thickness of the blade 122. Therefore, it is a structure that does not interfere with the vertical movement operation of the fuel assemblies 104 as in the case of the previous execution example. On the other hand, on the lower edge of the driving rod 115, a connecting section 126 which connects to the above mentioned anchoring section 123 is formed as shown in Figure 9. In other words, on the lower edge of the driving rod 115, a bottom lid 133 which possesses a slit 132 through which the above mentioned mini-blade 129 passes is attached. Therefore, when connecting the control rod 113 and the driving rod 115, the driving rod 115 is lowered the mini-blade 129 is penetrated through the slit 132. After penetration, the driving rod 115 is rotated 90 degrees and the cut out section 130 and the bottom lid 133 is connected. The connecting of the driving rod 115 and the control rod 113 is now completed. When detaching the driving rod 115 and the control rod 113, the above mentioned connecting operation may be performed in the reverse order. Sections identical to the previous execution example are

represented by identical symbols and explanation of these are omitted.

[Result of the Invention]

The boiling water type nuclear reactor of this invention is a structure equipped with a nuclear reactor pressure vessel, multiple numbers of control rod driving mechanism housings inserted from the top through the lid body of this nuclear reactor pressure vessel, a drive rod housed inside this control rod driving mechanism housing so that it can slide upwards and downwards, multiple numbers of fuel assemblies positioned on the lower part of the above mentioned control rod driving mechanism housing, multiple numbers of control rods, with cross-shaped cross-sections, positioned in a grid-like manner in between these multiple numbers of fuel assemblies which are detachable from the said driving rod, an anchoring section installed on the upper edge of this control rod with a shape that does not interfere with the movement when the said fuel assemblies move upward and downward, and a connecting unit formed on the lower edge of the said driving rod and by connecting to the above mentioned anchoring unit connects the control rod.

In other words, it is a structure in which the anchoring section positioned on the upper edge of the control rod does not interfere with the movement in the vertical direction of the fuel assemblies.

/459

Therefore, when the fuel assemblies move in the vertical direction, there is no interference from the anchoring section

and a stable operation is possible, and its effectiveness is large such as in the large improvement in safety and healthiness.

#### 4. Simple Explanation of the Diagrams

Figure 1 is a diagonal view of the neighborhood of the upper edge portion of the control rod showing a conventional example. Figure 2 or Figure 7 shows one execution example of this invention and Figure 2 is a cross-sectional diagram showing a rough composition of the boiling water type nuclear reactor. Figure 3 is a cross-sectional diagram showing the condition in which the control rod is half inserted. Figure 4 is a cross sectional diagram of the neighborhood of the lower edge portion of the control rod and Figure 5 is a diagonal view of the control rod. Figure 6 is a diagonal view of the neighborhood of the upper edge portion of the control rod and Figure 7 is a diagonal view of the lower edge portion of the drive rod. Figure 8 and Figure 9 is a diagram showing a different execution example and Figure 8 is a diagonal view of the neighborhood of the upper edge portion of the control rod and Figure 9 is a diagonal view of the lower edge portion of the drive rod.

#### [Explanation of the Symbols]

- 101 Nuclear Reactor Pressure Vessel
- 102 Lid Body of Nuclear Reactor Pressure Vessel
- 104 Fuel Assemblies
- 111 Control Rod Driving Mechanism Housing

- 113 Control Rod
- 115 Driving Rod
- 123 Anchoring Section
- 126 Connecting Section

[Figures 1-9]



したがって燃料集合体が上下方向の移動する際係止部により干渉されることがなく安定した動作を行なうことができ安全性および健全性を大いに向上させることができる等その効果は大である。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は従来例を示す制御棒上端部近傍の斜視図、第2図ないし第7図は本発明の実施例を示す図で第2図は沸騰水形原子炉の概略構成を示す断面図、第3図は制御棒を半分挿入した状態を示す断面図、第4図は制御棒下端部近傍の断面図、第5図は制御棒の斜視図、第6図は制御棒上端部近傍の斜視図、第7図は駆動ロッド下端部の斜視図である。第8図および第9図は別の実施例を示す図で第8図は制御棒上端部近傍の斜視図、第9図は駆動ロッド下端部の斜視図である。

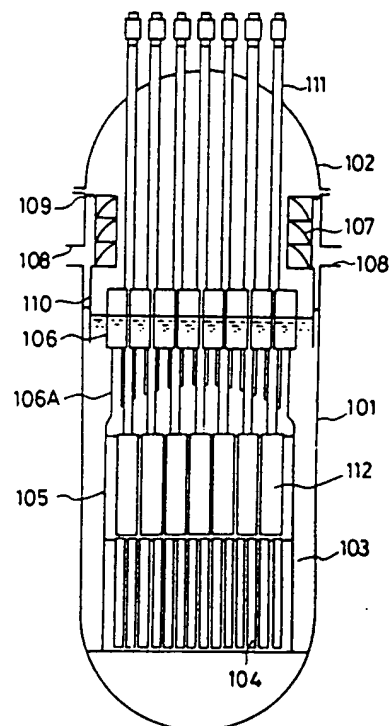
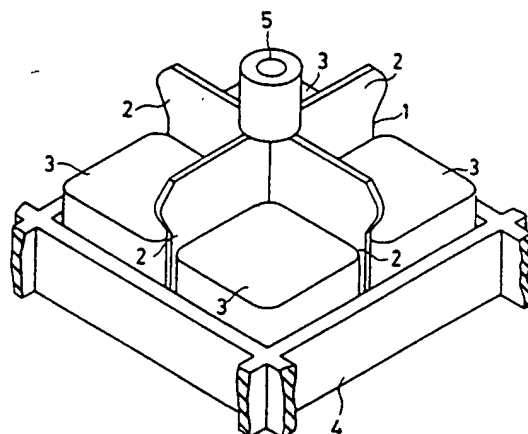
101…原子炉圧力容器、102…原子炉圧力容器の蓋体、104…燃料集合体、111…制御棒駆動機構ハウジング、113…制御棒、

115…駆動ロッド、123…係止部、126…係合部。

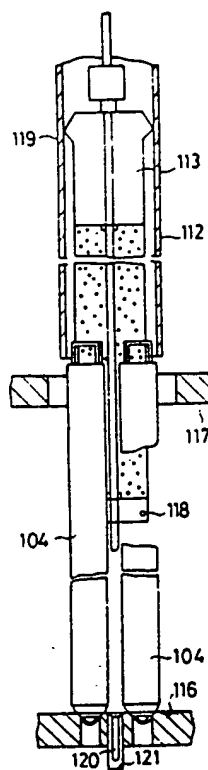
出願人代理人 弁護士 鈴江 武彦

第2図

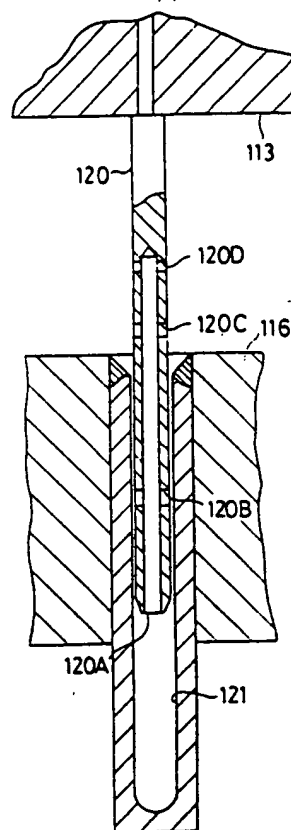
第1図



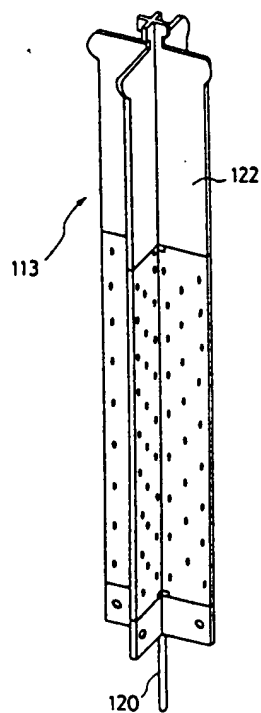
第 3 図



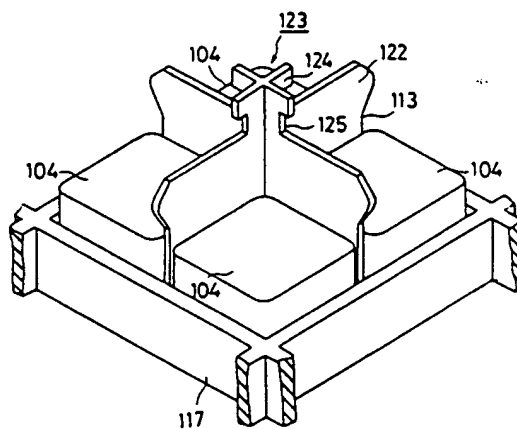
第 4 図



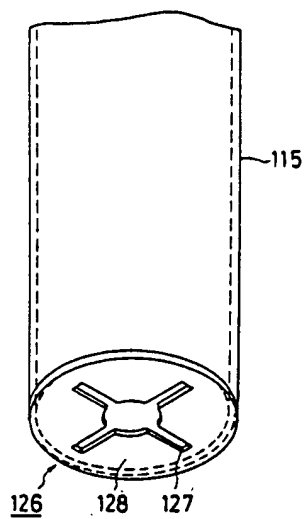
第 5 図



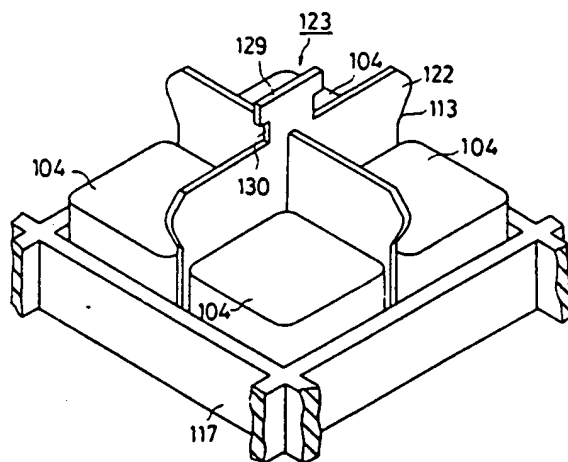
第 6 図



第 7 図



第 8 図



第 9 図

